Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 32: 41 - 48 1971

ESTUDIOS ECOLÓGICOS EN EL ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ: I.– BIOCENOSIS EDÁFICAS EN LA CUMBRE DEL CERRO ALTO (Isla Masatierra)*

INÉS RUBIO **
WLADIMIR HERMOSILLA **

INTRODUCCIÓN

El archipiélago de Juan Fernández tiene un fuerte endemismo vegetacional y faunístico y el origen de él no está de ninguna manera perfectamente claro. Vegetacionalmente tiene relaciones con elementos andinos chilenos, que son los preponderantes, con elementos del Pacífico, Neotropicales, Subantárticos, Europeos Fernandezianos y Atlánticos sudafricanos, haciendo que estas islas oceánicas tengan muchas particularidades biológicas que son de interés para el mundo científico.

La flora ha sido bien estudiada, y quien más ha trabajado en este sentido ha sido el botánico sueco CARL SKOTTSBERG, quien en numerosas publicaciones ha determinado las distintas especies que viven en las islas. Este mismo autor ha clasificado las comunidades vegetales existentes en las islas en tres: a) la pluvi-selva, b) el matorral siempreverde y chaparral, y c) formación de estepa natural. Formaciones que actualmente se encuentran ubicadas en las partes superiores de las cumbres más altas de la isla Masatierra, por estar el resto fuertemente degradado por la acción zooantropógena devastadora, a la cual ha sido sometida esta isla y que ha llegado en muchas partes por acción de la erosión, a tener un carácter de catastrófica.

Por todas estas razones hemos considerado oportuno analizar mediante un transect horizontal cuál es el contenido de información (complejidad, madurez, variabilidad), que existe en diferentes biocenosis hipogeas, y así poder conocer el mayor o menor estado de desarrollo y evolución de las distintas comunidades en estudio. Además, es interesante investigar si existen marcadas diferencias en formaciones naturales a distintas alturas.

---

* Trabajo presentado al II Coloquio Latinoamericano de Biología del Suelo, patrocinado por la UNESCO. Santa María, Brasil. Julio, 1968.

** Grupo de Trabajo de Ecología. Departamento de Ciencias Básicas, Facultad ce Ciencias Pecuarias y Medicina Veterinaria, Universidad de Chile. Casilla 5539, Santiago-Chile.

Otro factor que tiene mucha trascendencia y que desde mucho tiempo se discute, dice relación con el tamaño de las muestras, y en esta investigación se han utilizado diferentes medidas al obtenerlas para los dos transects que se han efectuado y así poder detectar la influencia que tienen las dimensiones de ellas sobre la entropía informativa.

Éstas han sido las principales razones por las cuales hemos considerado oportuno efectuar un trabajo de esta naturaleza, que tiene por finalidad muy concreta los siguientes objetivos:

a) Estudiar las variaciones altitudinales en formaciones vegetales no intervenidas;

b) Comparar mediante la complejidad de las biocenosis hipogeas la evolución de las distintas comunidades vegetales naturales de la isla Masatierra;

c) Conocer la acción desempeñada por el tamaño de la muestra sobre las comunidades de invertebrados terrestres, y

d) Prospectar faunísticamente las poblaciones de Artrópodos terrestres.

MATERIAL Y MÉTODO

Se hicieron dos transect en el tercio superior del cerro Alto de la isla Masatierra* (archipiélago de Juan Fernández). Ambos corresponden a terrenos naturales con muy escasa intervención zooantropógena, debido principalmente a la inaccesibilidad del lugar.

El transect horizontal se hizo muy cerca de la cumbre, a los 670 m de altura, y comprende siete muestras que incluyen las tres formaciones vegetales naturales descritas por SKOTTSBERG (1953): matorrales, estepa de gramíneas y pluviselva. La muestra JF-64 corresponde al matorral con *Ugni selkirkii* y *Berberis corymbosa*; la JF-65 al ecotono entre matorral y estepa de gramíneas; las JF-66, JF-67 y JF-68 a estepa de gramíneas; la JF-69 a ecotono entre estepa de gramíneas y bosque clímax, y la JF-70 a bosque templado higrófilo, en que dominan *Myrceugenia fernandeziana, Drimys winteri* var. *convertifolia, Rhaphithamus longiflorus.*

El transect altitudinal comprende cinco muestras que están ubicadas en la parte superior del cerro. La primera muestra (JF-111) corresponde al bosque clímax denso a 590 m; la segunda (JF-113) está ubicada en un bosque casi puro de luma *(Myrceugenia fernandeziana)* y canelo *(Drimys winteri* var. *convertifolia)* a 640 m; la tercera (JF-115) es una estepa de altura en que dominan las gramíneas, a 660 m; la cuarta muestra (JF-118) en el límite superior del bosque a 670 m, y la última muestra (JF-119) ubicada en la cumbre misma del cerro a 700 m de altura, en una estepa de gramíneas entre rocas aflorantes.

Cada una de las muestras se subdividió en tres estratos, profundizando hasta los 15 cm más o menos. El primero de ellos corresponde en general a los subhorizontes A_{00}, A_0 y A_1; el segundo a los 3-5 cm del subhorizonte A_2, y el tercero a los 5-15 cm del mismo subhorizonte.

Las muestras se guardaron en bolsas de género y se transportaron hasta el laboratorio del Grupo de Trabajo de Ecología del Departamento de Ciencias Básicas en Santiago. Las mediciones de altitud se hicieron mediante altímetro compensado marca LUFFT.

---

* Isla Róbinson Crusoe, denominación oficial actual.

Para la extracción de la mesofauna hipogea se utilizaron aparatos de BERLESE-TULLGREN en los cuales se pusieron 50 cc (corte transversal) y 250 cc (transect altitudinal). En ellos se dejaron por siete días bajo iluminación artificial, proveniente de una ampolleta de 25 watt y a causa de la desecación progresiva de la muestra se concentró activamente la mesofauna endogea en tubos con alcohol de 80°.

En la antigua Sección Ecología del Instituto de Higiene y Fomento de la Producción Animal* se han hecho numerosos trabajos con un enfoque cuantitativo mediante índices de diversidad, que permiten conocer en mejor forma las estructuras de las comunidades hipogeas (DI CASTRI F., V. ASTUDILLO & F. SÁIZ, 1964; DI CASTRI F., W. HERMOSILLA & F. SÁIZ, 1967).

Se utilizó con el objeto de medir la diversidad específica, el índice de SHANNON-WIENER basado en la teoría de la información, cuya unidad se expresa en bits.

$$H = \sum_{i=1}^{k} pi \log_2 pi$$

H = contenido de información en bit (entropía informativa)
pi = posibilidad «a posteriori» de la iésima
k = número de clases: i = 1, 2, 3, ... k

Para obtener la diversidad y densidad que aparece en la figura 1, se agruparon las muestras correspondientes a las tres capas y se valoraron como si fuera una sola. Con el fin de uniformar los resultados de densidad, todos se transformaron a 1.000 cc.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primeramente discutiremos el corte transversal que incluye las tres formaciones vegetacionales naturales descritas por SKOTTSBERG (1953) para la isla Masatierra. Éste tiene una variabilidad en general baja, exceptuándose las que corresponden al matorral y a la pluviselva (fig. 1), indicando que las zoocenosis hipogeas del bosque y del matorral constituyen comunidades más estables, maduras y menos influidas por los factores extrínsecos de control, que son fuertemente limitantes para las condiciones de altura, de mucha pendiente y agravado, en este caso, por su carácter de isla oceánica.

Los ecotonos presentan resultados dispares, el primero (JF-65), ubicado entre el matorral y la estepa, tiene la diversidad más baja y una densidad poco marcada, hecho que no corresponde a la situación ecológica que presentan estas comunidades en transición, en las cuales deben confluir elementos de las distintas biocenosis que se conjugan. Varios factores pueden influir para que suceda un fenómeno como el descrito. En primer término pudiera existir una acción negativa de los factores intrínsecos de control, determinados por la constitución textural del suelo, con una gran cantidad de arcilla y poco contenido de humus. Además, hay muy pocos espacios porosos, conformando un suelo con caracterís-

* Denominación actual: Grupo de Trabajo de Ecología, Departamento de Ciencias Básicas.

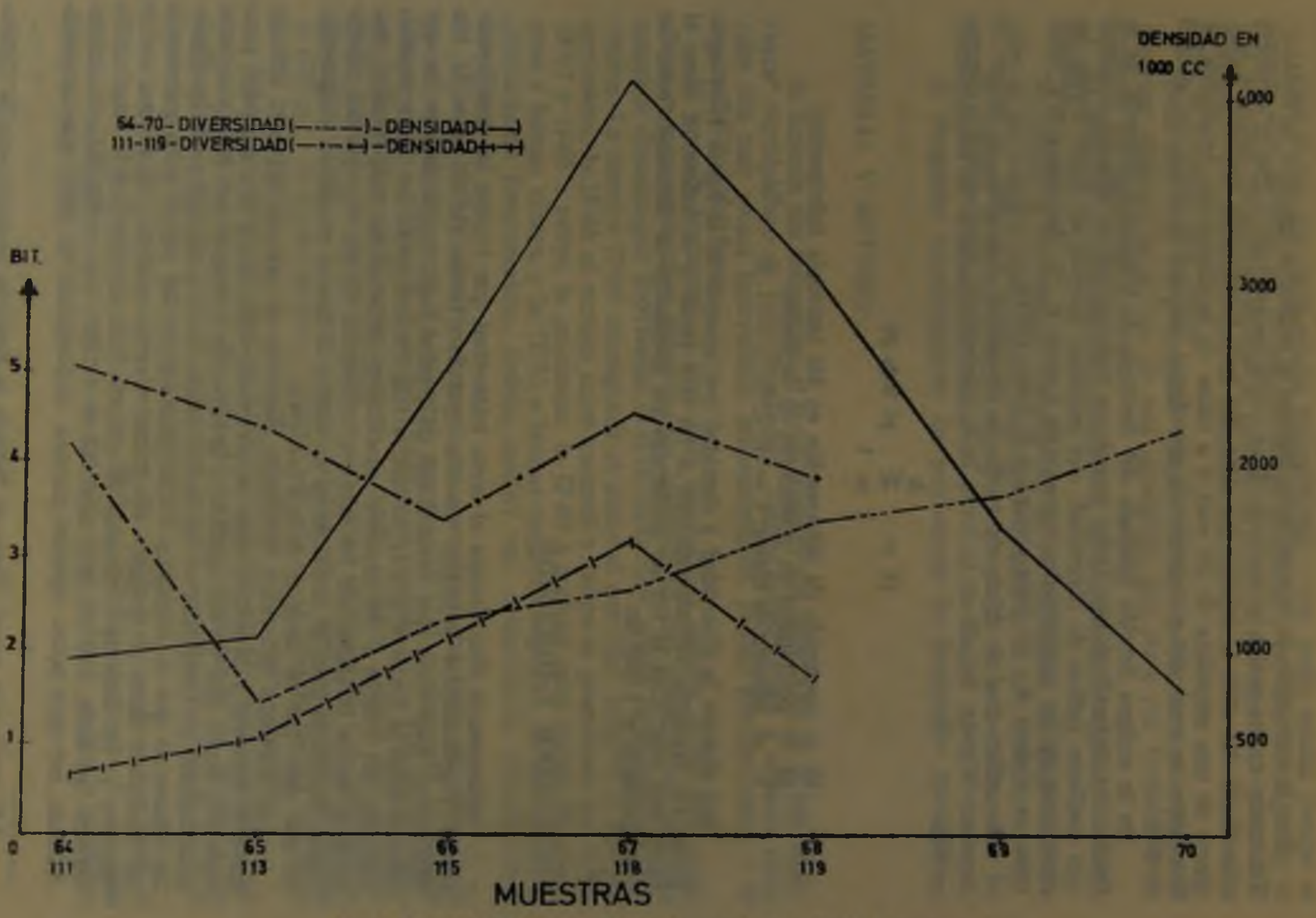


Fig. 1. Densidad y diversidad en transect altitudinal y transversal

ticas de bloque muy compacto y denso, que no permitiría la vida de las distintas poblaciones edáficas en sus intersticios.

El ecotono entre la estepa de gramíneas y el bosque denso de luma *(Myrceugenia fernandeziana)* y canelo *(Drimys winteri* var. *convertifolia)*, tiene una diversidad por sobre los tres bit, confirmando esa situación ecológica por estar en una zona de tensión entre dos comunidades y concentrando por lo tanto muchas especies, por lo cual aumenta la entropía informativa. La densidad es igual a la que se encontró en la muestra JF-65.

Las tres muestras obtenidas en la estepa de gramíneas tienen una diversidad que fluctúa entre 2,3 a 2,8 bit por individuo, índices que resultan probablemente de la poca diversidad florística, del escaso papel filtro de la cubierta vegetal ante los ruidos de tipo climático (viento, temperatura) que son importantes en ese archipiélago. Además, el aporte hídrico entregado por las neblinas está muy disminuido al no poder captarlas.

Simultáneamente ellas presentan las densidades más altas de todo el transect, corroborando que a una alta diversidad corresponde una baja densidad y que a una baja diversidad corresponde una alta densidad.

La sucesión altitudinal evidencia un mayor contenido de información en las muestras correspondientes al bosque endémico, que varían entre 4,4 y 5 bit, al mismo tiempo no exterioriza marcadas variaciones en su entropía informativa al variar la altura. Las densidades en general son muy bajas, coincidiendo con lo aseverado anteriormente a propósito de la relación entre diversidad y densidad.

Las biocenosis endogeas de las estepas naturales tienen una complejidad que se acerca bastante a las existentes en la pluviselva, mostrando una madurez propia de ambientes más evolucionados. Es importante insistir que siendo ambas comunidades en estudio dispares en cuanto a su variabilidad florística, pareciera que por el método de muestreo tiende a hacerse menos manifiesta esta diferencia. De allí que el rango de variación entre las cinco muestras correspondientes a este transect no sea muy notorio; por el contrario, es bastante homogéneo. Se hace necesario realizar nuevas prospecciones que pueden confirmar o desechar esta hipótesis.

En la figura 1 se observa que las diversidades encontradas en los distintos transects (altitudinal y transversal) son marcadamente diferentes, enfatizando en términos generales que el tamaño de las muestras influye en cuanto a la mayor o menor complejidad, variabilidad y madurez de las biocenosis endogeas, es decir, en el contenido de información.

Siendo dos transects que tienen distinta orientación y finalidad, todas las muestras, excepto tres, son réplicas tanto de bosques templado higrófilo como de estepa de gramíneas; incluso en algunos casos las muestras están una al lado de otras, pero su contenido de información es diferente, especialmente en las muestras de estepas, en donde casi siempre la entropía informativa entre un transect y otro tiene un rango de variación de un poco más de un bit, destacando aún más la importancia del tamaño de las muestras del suelo.

Además, precedentemente Zeiss (1967) usó la misma metodología que en el transect transversal para prospectar un bosque clímax en la isla Masatierra, y la estructura de esas comunidades hipogeas es muy semejante a la encontrada en el corte que estudia las tres formaciones vegetales naturales autóctonas. Sin embargo, debemos hacer notar que la diferencia en cuanto al contenido de entropía entre las muestras obtenidas del bosque templado higrófilo son bastante parecidas, con un rango de variación superior favorable a las muestras de 250 cc,

es decir, a las correspondientes a la sucesión altitudinal, indicando que para este tipo de comunidades vegetacionales también existe una diferencia que es importante detectar.

Existe una relación muy estrecha con gran parte de la flora y fauna del archipiélago de Juan Fernández y los elementos dominantes en las distintas comunidades del sur chileno, hechos que han sido ampliamente discutidos por SKOTTSBERG (1953) y KUSCHEL (1961). Al comparar los resultados obtenidos por nosotros para los bosques autóctonos en la isla Masatierra, con formaciones vegetacionales muy semejantes de la provincia de Valdivia (SÁIZ & DI CASTRI, 1967), se observa que la integración expresada a través de los índices de diversidad son menores en los bosques de la isla, debido seguramente a la disminución de la variabilidad que se presenta en las islas oceánicas discutido ampliamente por MARGALEF (1961).

Resulta evidente que para obtener un resultado más fidedigno de la entropía que poseen las comunidades edáficas, deben tomarse muestras de 250 cc y no de 50 cc, en razón de que la distribución de los Artrópodos hipogeos es en mosaico y con el mayor tamaño de la muestra se englobaría, casi siempre, los distintos invertebrados que están afectos a dicha distribución.

También es interesante destacar la acción moderadora (filtro) de la cubierta vegetal, que tendrá más eficacia en la medida que sea más compacta y densa, en especial en islas oceánicas, en donde los elementos climáticos son drásticamente limitantes y producen profundas alteraciones en las biocenosis. De ellos, los principales son el viento y la mayor o menor abundancia de agua. Se ejemplariza para estas situaciones al observar los resultados obtenidos para las formaciones boscosas y matorrales.

ANÁLISIS FAUNÍSTICO

Por las características de este trabajo, orientado principalmente a discutir las variaciones de las estructuras de las comunidades endogeas entre un transect longitudinal y uno horizontal, basado en la teoría de la información y al diferente sistema de muestreos, no se analizarán extensamente los aspectos relacionados con la composición por grupo animal, pero muy escuetamente se destacarán los hechos más significativos y en un trabajo posterior se estudiarán con más detención estos enfoques.

La presencia de Amphipoda en la muestra JF-111, correspondiente a un bosque clímax, ubicada a 590 m de altura sobre el nivel del mar, es quizás uno de los hechos más destacados desde el punto de vista faunístico. Este orden de crustáceos ha subsistido en esas condiciones (hojarasca húmeda), a causa de la captación de agua de las neblinas por parte de los árboles, lo que hace que se mantenga una constante humedad en los subhorizontes A_{00} y A_0. Es primera vez en Chile que se encuentra este grupo en esas condiciones y a tan elevada altura.

Se encontraron Copépodos edáficos en la muestra JF-113, a pesar de la poca adecuación de los aparatos de BERLESE-TULLGREN para seleccionar estos microcrustáceos del suelo. En general, este grupo es un buen indicador ecológico y podrá ayudar a desentrañar muchos de los problemas que existen en cuanto al origen de estas islas.

Como ha sucedido en la gran mayoría de los ambientes naturales que se han prospectado para Chile, los Oribátidos son el grupo dominante entre los Acaros.

En cuanto a Colémbolos (excluyendo a Symphypleona), se han determinado los distintos ejemplares que habían en el corte transversal y todas las especies presentes, tanto Poduromorpha como Entomobryomorpha son nuevas para el archipiélago de Juan Fernández. Todas son cosmopolitas y se han encontrado en Chile continental. Las especies encontradas son: *Isotomina coeca, Isotomina termophila, Ceratophysella armata, Tullbergia krausbaueri, Friesea* sp. e *Isotoma notabilis.*

CONCLUSIONES Y RESUMEN

En el tercio superior del Cerro Alto de la isla Masatierra (archipiélago de Juan Fernández) se hicieron dos transects, uno horizontal a 670 m y otro altitudinal, que comienza a los 590 m y termina en la cumbre del cerro a 700 m de altura, ambos en terrenos naturales muy poco intervenidos. En el corte transversal se tomaron siete muestras. El altitudinal comprende cinco muestras. Para el primero se tomaron muestras de 50 cc y para el segundo de 250 cc.

Cada muestra se subdividió en tres estratos, y de ellos se extrajo el material zoológico mediante embudos extractores de BERLESE-TULLGREN.

Las principales conclusiones son las siguientes:

a) Las muestras del transect horizontal tienen poca complejidad.

b) El ecotono entre matorral siempreverde y estepa natural tiene una diversidad y densidad baja, a causa principalmente de la textura del suelo.

c) La muestra ubicada en la transición entre estepa y bosque tiene un contenido de información que corresponde a esa situación ecológica.

d) La sucesión altitudinal no presenta variaciones en cuanto a su complejidad por acción de la altura.

f) El corte transversal tiene una diversidad alta y presenta un escaso rango de variación.

g) Existe una marcada diferencia en cuanto al contenido de la información entre los dos transects, debido principalmente al tamaño de las muestras.

h) Para obtenerse resultados más precisos en cuanto a la estructura de las comunidades hipogeas, es recomendable trabajar con muestras de 250 cc.

j) Los factores extrínsecos de control (viento, humedad, temperatura), influyen fuertemente en las comunidades de invertebrados edáficos en islas oceánicas.

k) Se informa la presencia por primera vez de Amphipoda a 590 m de altura en hojarasca de bosque y la existencia de Copépodos edáficos.

l) Los Colémbolos Arthropleona encontrados son todos especies nuevas para el archipiélago de Juan Fernández.

Bibliografía

Castri F. di, V. Astudillo & F. Sáiz
1964. Aplicación de la teoría de la información al estudio de las biocenosis muscícolas. Bol. Prod. Anim. (Chile), 2(2): 153-171.

Castri F. di, W. Hermosilla & F. Sáiz
1967. Etudes sur la diversité de la mesofaune du sol dans les ecosystemes d'Amérique du Sud. I.-Le Grand Nord du Chili (Atacama). Rev. Ecol. Biol. Sol. (En prensa).

Kuschel G.
1961. Composition and relationship of the terrestrial faunas of Easter, Juan Fernández, Desventuradas, y Galápagos Islands. Tenth Pacific Science Association, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, U.S.A.: 79-95.

Margalef R.
1961. Modalités de l'évolution en rapport avec la simplification des biocénoses insulaires. In: Le peuplement des Iles Méditerranéennes et le Probleme de l'Insularité. Centre National de la Recherche Scientifique. Paris: 313-320.

Sáiz F. & F. di Castri
1967. Etudes sur la diversité de la mesofaune du sol dans les ecosystemes d'Amérique du Sud. II.-Región Valdivienne. Rev. Ecol. Biol. Sol. (En prensa).

Skottsberg C.
1953. The vegetation of the Juan Fernández and Desventuradas Islands. The Natural History of the Juan Fernández and Easter Islands. Vol. II, Part VI: 793-960.

Zeiss E.
1967 Estudio ecológico-cuantitativo de la fauna hipogea en la isla Masatierra (archipiélago de Juan Fernández). Tesis Med. Vet. U. de Chile.